



TITLE:

# 社会的リアリティに着目した津波避難シミュレータの開発とその評価に関する研究(Abstract\_要旨)

AUTHOR(S):

土肥, 裕史

---

CITATION:

土肥, 裕史. 社会的リアリティに着目した津波避難シミュレータの開発とその評価に関する研究. 京都大学, 2017, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2017-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20347>

RIGHT:

出典として「国土交通省都市局『復興支援調査アーカイブ』データ」と記載してください。

京都大学	博士（工学）	氏名	土 肥 裕 史
論文題目	社会的リアリティに着目した津波避難シミュレータの開発とその評価に関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>東日本大震災では、死者の 9 割以上が津波によって犠牲になった。さらに、将来の南海トラフ巨大地震が発生すると、死者数は 30 万人を超える恐れがある。今後、これまでに以上に死亡率を低減できる地震・津波対策を充実させることは喫緊の課題である。そのような中で筆者が注目しているのは、地震発生から津波避難行動を開始までのプロセス（避難開始）である。同災害では、犠牲者の半数以上が自宅から避難しなかった可能性があるとの調査報告があり、避難開始は極めて重要な問題である。</p> <p>筆者は、わが国における津波避難の研究や対策が、同じ思考の枠組みの中で実施され、枠組みから外れる対策が見落とされていることを問題視している。具体的には、津波警報や避難勧告などを受け取った住民が、自身の知識や経験に基づき、避難するか否かを論理的に判断するという枠組みである。一方で、筆者は、住民が周囲の「逃げなければならない」という雰囲気（避難開始リアリティ）を直観的に感じ取ることによって避難行動を開始するという視点が、先述の課題解決に非常に有益であると考えている。具体的には、公的機関からの情報だけでなく、一人ひとりのふるまいや自然現象など、地域全体で醸成される避難開始リアリティによって、直観的に避難行動を開始する住民がいることを前提に、津波避難の問題を捉え直し、解決方策とした。そして、この視点に基づき、避難開始を定量的にかつ時空間的に分析できるツールを開発し、その適用性を評価することを研究目的とした。</p> <p>以下、各章で実施した事項および得られた結果について述べる。</p> <p>第 1 章は序論である。わが国における自然災害による被害を概観したうえで、本研究で注目する津波避難の問題点とその解決方法、そして研究目的を述べている。</p> <p>第 2 章では、避難に関する定義や捉え方について整理し、避難開始リアリティに起因して避難が行われていた事例を紹介している。本研究において、危険だと認識している今いる場所から安全だと認識している場所へ身移すことを、避難として定義した。また、避難開始リアリティと避難開始に注目するうえで、東日本大震災における津波避難に関する手記や体験談をもとに、意図して行われた人々の行動の影響を受け避難行動を開始した事例、意図せず行われた人々の行動の影響を受け避難行動を開始した事例、自然現象の影響を受け避難行動を開始した事例、避難以外の行動がなされた事例に分類して、紹介した。地域全体で醸成される避難開始リアリティの影響を受け、直観的に避難行動を開始した状況が、実際に起きていたことを明らかにした。</p> <p>第 3 章では、避難開始に関する既往調査・研究、特に、社会調査、モデル化、数値計算手法を整理し、避難開始リアリティの観点から、地域の迅速な避難を促す取り組みを紹介している。避難開始のモデル化について、個人の特徴で記述するモデル、集団の特徴で記述するモデル、個人の特徴と集団の特徴の両方で記述するモデルの 3 点に分類し、整理した。また、避難開始リアリティの視点から、近年の避難開始に関する各地の取り組みについて、兵庫県南あわじ市における半鐘を用いた避難訓練および同県姫路市における冲出しの際に汽笛に注目した防災訓練を紹介した。</p> <p>第 4 章では、避難開始リアリティに着目して開発した、津波避難シミュレータの手</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	土 肥 裕 史
<p>法について述べている。本シミュレータは、避難開始を表現する避難者発生モデルと、避難行動開始後の挙動を表現する避難行動モデルの 2 つから構成される。避難者発生モデルは、①人々の行動や自然現象によって避難開始リアリティが醸成され、②住民は周囲の避難開始リアリティ感じ危機感を高め、③危機感が上限（閾値）を超えると避難行動を開始し避難開始リアリティを醸成する一因（ソース）となることで、避難開始を表現している。本モデルを用いるうえで、ソースの影響度を表す重みと、住民ごとの閾値の設定が必要となる。重みは、社会調査における、避難のきっかけを用いることで設定できる。閾値は、地域ごとの避難開始のしやすさを表す地域定数と住民ごとのバラツキを表現する一様乱数を用いることで、住民ごとの避難しやすさの違いを表現できる。避難行動モデルは、個別要素法に基づく既往の手法を使用し、避難者発生モデルと統合した。本モデルは、住民を円柱要素でモデル化し、バネとダッシュポットを用いて各要素に働く外力に対して運動方程式を解くことで、それぞれの挙動を表現している。また、両モデルの基本性能について、正しく設計どおりの挙動をするか検証を行い、各検証項目における期待通りの挙動を示していることを確認した。</p> <p>第 5 章では、本シミュレータを屋内施設（東日本大震災における高齢者施設）および地域コミュニティ（東日本大震災における石巻市門脇・南浜地区および南三陸町志津川地区）における津波避難事例に適用し、その妥当性を確認した上で、時空間的に分析している。本シミュレータは、適用する施設屋内の間取り、避難行動開始時の人々の配置が既知である場合、屋内施設からの避難事例に適用できる。また、多くの建物を含む広いエリアに適用する場合、一軒一軒の建物内の間取りや人々の配置を詳細にモデル化することは困難であるが、国勢調査等のデータを用いて、区画ごとの人口を求め、区画内に住民をランダムで配置することで適用できる。適用した各事例について、避難開始リアリティを醸成するソースおよび住民ごとの閾値を適切に設定することで、既往調査・研究に基づく条件下での妥当性を確認した。また、避難開始リアリティに対する住民の姿勢について、受動的アクセスと能動的アクセスに分類した。特に、能動的アクセスである避難行動の目撃に注目し、周囲を見渡しやすい構造物の配置を検討することで、避難行動による避難開始リアリティの醸成度を高めることができ、地域全体での津波からの早期避難が可能になると考えられる。</p> <p>第 6 章では、屋内施設（2014 年チリ北部沖地震津波における商業施設）および地域コミュニティ（東日本大震災における南三陸町志津川地区）を対象に、避難開始に関する実態を明らかにしたうえで、本シミュレータの適用性を考察している。本シミュレータを用いて避難開始の特徴を分析する場合、地震発生時にいた場所ごとの人々の割合、危機感を高め直観的に行動した人々に占める避難行動開始者の割合、家族等の直接的な働きかけによって避難行動を開始した人々の割合を考慮する必要があることがわかった。また、屋内施設からの津波避難について、揺れに伴う屋外退避行動をとる割合が高い場合、この行動を考慮して津波避難を分析する必要があることがわかった。両者の関係性は、揺れに伴う屋外退避者が屋外において醸成される避難開始リアリティへのアクセス性をどれだけ高められるか、屋外退避者のうちどれだけが津波避難を始めどれだけが屋内に戻るのか、揺れに伴う屋外退避者が屋内に戻ったあと津波避難行動を開始できるのか、といった視点で論ずることができる。</p> <p>第 7 章は結論であり、本研究で得られた成果を要約している。</p>			

## (論文審査の結果の要旨)

東日本大震災では、犠牲者の半数以上が自宅から避難しなかった可能性があるとの調査報告があり、津波避難行動の開始に至るプロセス（避難開始）は極めて重要な問題であるといえる。本研究では、避難開始を、様々な人々や自然現象によって醸成される「逃げなければならない」という雰囲気（避難開始リアリティ）の観点から、定量的に分析できるツールを開発し、その適用に関する評価を行った。本研究で得られた成果は以下の通りである。

1. 避難開始を表現する避難者発生モデルを作成し、個別要素法に基づく既往の避難行動モデルと統合した津波避難シミュレータを開発した。避難者発生モデルは、①人々の行動や自然現象によって避難開始リアリティが醸成され、②住民は周囲の避難開始リアリティ感じ危機感を高め、③危機感が上限（閾値）を超えると避難行動を開始し避難開始リアリティを醸成する一因（ソース）となることで、避難開始を表現している。また、両モデルを対象に、正しく設計どおりの挙動をするか検証を行い、検証項目すべてにおいて期待通りの挙動を示すことを確認した。

2. 本シミュレータは、適用する施設屋内の間取り、避難行動開始時の人々の配置が既知である場合、屋内施設からの避難事例に適用できる。また、多くの建物を含む広いエリアに適用する場合、一軒一軒の建物内の間取りや人々の配置を詳細にモデル化することは困難であるが、国勢調査等のデータを用いて、区画ごとの人口を求め、区画内に住民をランダムで配置することで適用できる。

3. 本シミュレータを屋内施設（東日本大震災における高齢者施設）および地域コミュニティ（東日本大震災における石巻市門脇・南浜地区および南三陸町志津川地区）における津波避難事例に適用し、避難開始リアリティを醸成するソースおよび住民ごとの閾値を適切に設定することで既往調査研究に基づく条件下での妥当性を確認した。

4. 本シミュレータを用いて避難開始の特徴を分析する場合、地震発生時にいた場所ごとの人々の割合、危機感を高め直観的に行動した人々に占める避難行動開始者の割合、家族等の直接的な働きかけによって避難行動を開始した人々の割合を考慮する必要があること、また、屋内施設からの津波避難について、揺れに伴う屋外退避行動をとる割合が高い場合、この行動を考慮して津波避難を分析する必要があることがわかった。両者の関係性は、揺れに伴う屋外退避者が屋外において醸成される避難開始リアリティへのアクセス性をどれだけ高められるか、屋外退避者のうちどれだけが津波避難を始めどれだけが屋内に戻るのか、揺れに伴う屋外退避者が屋内に戻ったあと津波避難行動を開始できるのか、といった視点で論ずることができる。

以上より、本論文は、地震発生から津波避難を開始までのプロセス着目した津波避難問題の解決方策に関して、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成29年1月23日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。